

DIALOG(R) File 347:JAPIO
(c) 2003 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

02035668 **Image available**
INK JET RECORDING APPARATUS

PUB. NO.: 61-249768 A]
PUBLISHED: November 06, 1986 (19861106)
INVENTOR(s): NISHIKAWA MASAHARU
APPLICANT(s): OLYMPUS OPTICAL CO LTD [000037] (A Japanese Company or
 Corporation), JP (Japan)
APPL. NO.: 60-093202 [JP 8593202]
FILED: April 30, 1985 (19850430)
INTL CLASS: [4] B41J-003/04
JAPIO CLASS: 29.4 (PRECISION INSTRUMENTS -- Business Machines)
JAPIO KEYWORD: R105 (INFORMATION PROCESSING -- Ink Jet Printers)
JOURNAL: Section: M, Section No. 576, Vol. 11, No. 102, Pg. 51, March
 31, 1987 (19870331)

ABSTRACT

PURPOSE: To enable high density multi-element constitution capable of forming a minute size dot having a stable ink dot diameter, by forming bubbles by a heat generating element and flying small ink droplets from the ink layer of at least a small aperture by bubble pressure.

CONSTITUTION: A perforated plate 12 comprising a metal such as nickel or stainless steel having small apertures 3 each of which has a diameter smaller than that of the heat generator 11, on the heat generator and an ink introducing plate 15 as a flow passage forming part having large apertures 16 is arranged on the perforated plate 12 through a minute gap 14 of about 20-40.mu.m. By heating the heat generator 11 by applying signal voltage to the heat generator 11, the bubbles generated on the surface of the heat generator 11 are expanded and grown in such a state that the enlargement of said bubbles to the radius direction thereof is inhibited by the small apertures 13. As a result, the ink layer 18 in each small aperture 13 is upwardly extruded and flown as a small ink droplet 17 inclusive of the thin ink layer 18 having covered the upper part of the small aperture 13 and the gas forming the bubbles is discharged to the open air simultaneously with the flying-out of the small ink droplet 17. By this method, the ink is again supplied to the part of the small aperture 13 having flown the small ink droplet 17 from all directions through the minute gap 14 to form the ink layer 18 and the set state of the next operation is completed.

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-249768

⑪ Int. Cl.⁴
B 41 J 3/04識別記号
1 0 3庁内整理番号
7513-2C

⑬ 公開 昭和61年(1986)11月6日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全9頁)

⑭ 発明の名称 インクジェット記録装置

⑮ 特 願 昭60-93202

⑯ 出 願 昭60(1985)4月30日

⑰ 発 明 者 西 川 正 治 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリnbas光学工業株式会社内
⑱ 出 願 人 オリnbas光学工業株式会社 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

明 細 書

1. 発明の名称

インクジェット記録装置

2. 特許請求の範囲

液状インクに熱エネルギーを作用させて、インクの気化成分を気化膨張させてバブルを形成し、バブルの膨張力に基いてインク小滴を形成飛翔させるインクジェット記録装置において、開口形成部材にバブルの生長領域を限定するための小開口を設け、小開口の一端に発熱素子を配設すると共に他端には小開口および小開口近傍を液状インクで覆うようなインク層を形成する流路形成部材を設け、上記発熱素子によつてバブルを形成し、バブル圧力によつて少くとも小開口のインク層からインク小滴を飛翔させる様にした事を特徴とするインクジェット記録装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は、液状のインクを小滴化して飛翔させ、記録紙上に付着させて記録を行うノズルを有

しないインクジェット記録装置に関する。

(従来の技術)

インクジェット記録装置は、通電により発熱する抵抗体等の発熱体をインクと接触させ、記録信号に対応する所定の発熱体の発熱によりインクを瞬時に加熱し、インク中にその気化成分の気化によつてバブルを形成し、バブルの圧力によつてインク滴を形成して飛翔させ、記録紙上に付着させて記録を行うもので、発熱部を小さく構成できるから比較的高密度のマルチ素子記録ヘッドを作成しやすいものである。

従来、かかるインクジェット記録装置の一例としては、例えば特開昭58-36465号公報に示されており、第12図を用いて簡単に説明する。第12図(A)において、101は基板で、その表面に複数の通電により発熱する抵抗体102がアレー状に設けられている。103はオリフィス板で、オリフィス開口104を形成している平面部105と、立ち上がり区画部を形成する立ち上がり部分106から構成されている。立ち上がり部分106は各発熱

抵抗体毎にインク層 107 に区画を形成し、オリフィス板 103 の平面部 105 と共に圧力室 108 を形成して記録素子を構成している。

同図(B)は、記録素子の一つを拡大して示した図で、発熱抵抗体 102 に記録信号が印加されると、これに接しているインクの気化成分が気化してバブル 109 が発生する。バブル 109 が成長すると、その膨張圧力で圧力室 108 の内圧が高まり、その圧力によつてオリフィス開口 104 からインク滴 110 が飛翔する。そして、このインク滴 110 が図示しない記録紙上に付着して記録が行われる。このようにバブルの膨張圧力でインク滴を飛翔させる方式は、インク滴の飛翔力が大きく、安定した記録が可能であり、また発熱体の面積は小さくても、高いエネルギーを発生することができ、マルチ素子記録ヘッドの実現が容易なものである。

〔発明が解決しようとする問題点〕

ところが、従来のかかるインクジェット記録装置においては、一つの素子単位に仕切られたノズル状の圧力室を形成するために、マルチ素子の配

列を高密度化する場合に、圧力室形成のための加工も微細化する必要が生じ、高密度に素子を配列するのは必ずしも容易ではない。

また、各記録素子はインク滴を形成して噴出させるためのオリフィス開口 104 を設けているが、このオリフィス開口 104 がインク中の異物で封止されたり、あるいはオリフィス開口 104 に不溶性の固形物が沈積して目づまりを発生させる等の問題がある。また、記録紙上に形成されるドットの大きさはバブルの最大体積に対応するが、そのバブルの大きさが不安定で、且つインクの小滴化が困難であるという欠点がある。

この発明は、従来のインクジェット記録装置における上記問題点を解決するためなされたもので、構成が容易で目づまりが生じにくく高信頼性を有し、且つインクドット径が安定しており、微小径ドットを作成し得る高密度マルチ素子構成の可能なインクジェット記録装置を提供することを目的とする。

〔問題点を解決するための手段〕

- 3 -

この装置は、第 1 図に示すように支持基板 1 の表面に発熱体 2 を配設し、発熱素子 2 を挟持するように基板 1 の上に小開口 3 を有した開口形成部材 4 を設けると共にインク通路を形成する微小ギャップ 5 を介して大開口 6 を有した流路形成部材 7 を積層している。

〔作用〕

この装置では、発熱体 2 を加熱することにより発生したバブルを小開口 3 内で成長させ、その成長エネルギーをインク飛翔力に変換し、大開口 6 より所定の大きさのインク小滴として飛翔させる。

〔実施例〕

以下、この発明の一実施例を図面に基づいて説明する。第 2 図(A)において、ガラス、セラミックス等で形成された支持基板 10 の表面には通電により発熱する抵抗体等の発熱体 11 が配設されている。上記発熱体 11 の上には発熱体 11 より小径な小開口 13 を有するニッケルやステンレスなどの金属よりなる開口形成板 12 が配設されている。上記開口形成板 12 の厚さは小開口 13 の口径と関連するが、こ

- 4 -

こでは 40 ミクロン程度の板厚とした。

一方小開口 13 の口径は画素サイズの $1/2 \sim 1/3$ 程度が好ましく、例えば 1 ミリ当り 8 ドットの画素密度を想定した場合には 40 ~ 60 ミクロン程度の開口径となる。

上記開口形成板 12 の上には 20 ~ 40 ミクロン位の微小なギャップ 14 を介して大開口 16 を有した流路形成部材としてのインク導入板 15 が配設されている。上記インク導入板 15 は、ニッケルやステンレスなどの加工しやすい金属で、しかもマルチ素子化されたヘッドの素子配列方向に対して平面性と直線性を維持する事が必要であり、例えば 100 ミクロン程度の厚さを必要とする。なお、50 ミクロン以下の板厚でも板を柱状に湾曲させる事により大開口部分の直線性を維持することもできる。

一方、大開口 16 の口径はインク導入板 15 の板厚にも関連してくるが、小開口 13 内に形成されたバブルによるインク小滴の形成、飛行に対し干渉しない様な大きさで、例えば小開口 13 の径の 1.5 ~ 2 倍以上の径とすることが好ましい。

- 5 -

- 6 -

以上の如く形成された記録素子の作用を同図(B)を用いて説明する。発熱体11に信号電圧を印加し、発熱体11を加熱する事により、発熱体11の表面に発生したバブルは小開口13によつて、その半径方向への拡大を阻止された状態で膨張、成長する。

その結果、小開口13内のインク層18を上方に押し出し、小開口上部を覆っていた薄いインク液層18のインクも含めてインク小滴17として飛翔させ、インク小滴17の飛び出しと同時にバブルを形成していたガスも大気中に放出してしまう。

このようにしてインク小滴17を飛翔させた小開口13部分には微少なギャップ14を介してインクが再び四方から供給され、第2図(A)のようなインク液層18を形成し、次の作動のセット状態を完了する。以上のようなインク小滴17の飛翔を行う事により図示しない記録紙などに所定の記録を行うインクジェット記録装置は種々の利点を有している。

まず、インク小滴の極めて強い飛翔力が得られる事で、特徴としては発熱部で形成されたバブルを小開口の中にとじ込めて、その圧力が横の方向

- 7 -

の上をおもひインク層の厚さを加えたインク層の厚さによつて決つてしまう。従つて発熱体に加える信号電力が変化したり、長時間使用による発熱体の蓄熱等によつて形成するバブルの体積や圧力が変化する等の状況変化が生じた場合に於ても形成されるインク小滴の大きさは変化する事なく常に安定したドットサイズで記録が行われる。この様な特性は、バブルの形成、膨張によつて動かされるインクが限定されていて、インク小滴が形成された後はバブルを形成していたガスが大気中に放散してしまう事によつて得られるものである。

また、上記実施例による最も顕著な特徴はインク目づまりがきわめて生じにくい構成となつている点にある。

そのひとつは前述した強いインク小滴の飛翔力が得られる点にあり、これによつてわずかな目づまり要素は自動的に除去されてしまう。例えば、小開口周辺部への小さな異物の附着や不溶性生成物の附着が生じても強いインク飛翔力によつてこれらを吹飛ばしてしまうからである。

- 9 -

拡散微弱化する前にインク飛翔力に変換してしまう事にある。小開口の一端は発熱体によつて封止されているので発生したエネルギーは専らインク小滴の飛び出す方向にのみ集中する事にも強い飛翔力を得るのに役立つている。

また、バブルの発生、膨張によつて移動するインクの大部分はインク小滴として飛翔してしまうので従来のように移動したインクの極く一部がインク滴として飛翔するのに比べてバブルのエネルギーをインク小滴の飛行エネルギーに効果的に変換出来る利点がある。

なお、発熱体による小開口の一端の封止は、高速のバブル成長に対して実質的に封止されていればよく、インクの浸透が生ずる程度の微少ギャップが存在する事は何ら支障がない。

一方、上記実施例の別の特徴は発生するインク小滴の大きさが極めて安定している点にある。

即ち、発熱体によつてバブルが形成され、インクが飛翔する場合のインク小滴の大きさは主として小開口の開口面積と、小開口の深さと、小開口

- 8 -

次に目づまりを生ずる、従来概念のノズルやオリフィスが存在しない事にある。従来のノズルやオリフィスは入力端と出口端があつて、入口側から供給されるインク中に異物が含まれる事によつて目づまりを生じ、また、出口側の端部に不溶性のインク成分や、化合物が沈積したり、溶剤成分の気化によるインク固形成分の析出が生じ目づまりを生ずる原因となつていた。それに対して入口と出口を有し、インク滴の形成を限定する開口端を有するノズルやオリフィスという概念のものが無い。あえてインクの出入りのある部分は小開口であるが、小開口へのインクの補給はギャップによつて開口の四方からインクが流入して行われ、バブル形成によつて同一の開口端からインクが流出して行く。従つて仮に何等かの理由で小開口の入口を異物がふさいだ場合にも、バブルの形成によつてインクが流動する方向は、この異物を容易に除去する方向となつて、インクと共に異物も飛翔して除去されてしまう。小開口の端面は常時液体インクによつておまわられているからインクの固

型成分が析出する部位とはならずインク目づまりはきわめて発生しにくい状態に維持する事ができる。

上記実施例において異物が混入したり、固型物質が析出する可能性があるのは大開口の部分である。大開口を閉ぐ様な可能性の有る大きな異物は開口の外側から侵入する以外にはなく、外側から侵入した異物は、これを逆方向に押しもどすバブル形成による圧力で容易に除去される。また大開口のエッジ部分に不溶性物質の析出があつた場合でも、大開口の口径はインク滴を形成するインクの通過に対して干渉しない様に大きな口径となっているから容易には目づまり状態には至らない。

上記実施例の別の特徴は、記録・くり返し速度を高めて高速記録装置が実現できる点にある。高速バブル発生の為に高いエネルギーを与えた場合でもインク滴が形成されると共にバブルは大気圧に開放して消散してしまうからバブルが冷却収縮するまでの時間を待たずにインクの補充工程に入る事ができ記録・くり返し速度を早めるに際して

の従来の大きな制約を除去できる。またインクの補充が小開口の四方から行われるからノズル状の流路を介してインクが補給される従来の装置に比べその補給速度が早い点も記録の高速化に寄与する。更に上記実施例の特徴は微少径ドットの形成が容易な点にある。ドット径の微少化は高解像の記録を行ううえで不可欠であるが、形成されるドットの大きさは小開口及びこれをおもいうインク液層部分に含まれるインク量によつて決定され、小径のドットを作成する場合には開口形成部材の板厚を薄くし、また小開口上面をおもいうインク液層の厚さを薄くする事によつて、空中インク滴径が小開口の径と同じ程度にする事は困難ではない。従つて小開口径は従来のオリフィスやノズル径の2倍とする事ができる。また開口形成部材は単なる板状部材に小開口を形成したものであるから構成が簡易で製作も容易である。

次にこの発明の他の実施例を第3図乃至第11図を用いて説明する。第3図(A)~(C)はマルチ素子ヘッドの各構成要素を示し、(D)はマルチヘッドの平

- 11 -

面図を示すものである。

第3図(A)は、通電発熱体の様な発熱素子アレーで、基板20上に発熱体21a, 21b……が画素単位ピッチで複数個配列されている。(給電の為にリード線などは図示せず)同図(B)は、開口形成部材22で、上記複数の発熱体21a, 21b……に対応した数の小開口23a, 23b……が形成された板状部材である。同図(C)は流路形成部材24で、この部材24も上記複数の小開口23a, 23b……に対応させ、しかも小開口23a, 23b……より大きな径を有する複数の大開口25a, 25b……が設けられている。

これら各構成要素は上記実施例と同様な形で組立てられ第3図(D)の如き複数の記録素子を有するマルチ素子ヘッド19を構成する。

このようにして構成するマルチ素子ヘッド19は構成簡単にして製作が容易であると共に高密度化が可能である。

例えば通電発熱抵抗体21a, 21b……は感熱記録用ヘッドを流用したり、同様の技術を適用して400DPI程度の画素密度の素子を作る事は困難で

はない。また、小開口23a, 23b……の径は400DPI程度の画素密度を目標にすると30ミクロン前後の値が適当で、開口形成部材22の板厚が20~30ミクロン程度、小開口23a, 23b……配列ピッチが60~70ミクロン程度となるが、この程度の小開口の形成はエレクトロフオーミングやエツチング加工によつて十分に可能である。流路形成部材24は基本的には開口形成部材と同程度の加工技術で製作可能であるが、開口の配列ピッチが60~70ミクロンに対して、開口径が45~60ミクロン程度であり、板厚は任意であるが開口径と同程度に設定して支障はない。

第4図は、流路形成部材に設ける大開口の形状を変更したもので、流路形成部材26に1つの細長いスリット状の大開口27を形成し、複数の小開口23a, 23b……を共通な大開口27で対応する事により、位置決めなど組立てが容易となる。

第5図は、第4図の細長い大開口27に加えて、更に発熱抵抗体の形状を変えたもので、通電発熱体21a, 21b……の配列方向と直交する方向の中

を長くしたもので、夫々の構成要素の位置合せの許容誤差巾が広くなり、組立てが容易となる。

第6図は、マルチ素子ヘッドの組立容易性と高密度の素子配列を目的として、発熱抵抗体を千鳥状に配設したものである。

第6図(A)~(D)はマルチ素子ヘッドの各構成要素を示すもので、(E)、(F)は構成の異なるマルチ素子ヘッドを示すものである。

即ち(A)は通電発熱抵抗体アレーで、支持基板30上に発熱抵抗体31a, 31b, 31c, ...を千鳥状に配設し、発熱抵抗体31a, 31b, 31c, ...の中側を共通電極32で接続している。33a, 33b, 33c, ...は発熱抵抗体31a, 31b, ...の他方の電極である。

(B)は、千鳥状に配列された発熱抵抗体31a, 31b, 31c, ...に対応して設けられた小開口35a, 35b, 35c, ...を有する開口形成部材34である。

(C)は、千鳥状に設けられた小開口35a, 35b, 35c, ...に対応して複数の大開口37a, 37b, 37c, ...を穿つた流路形成部材36である。

- 15 -

て形成されているが、小開口から飛翔したインク滴は、記録紙面上では拡大して連続したドットを得ることができる。ドット径の拡大はドットを構成するインク量に比例するから、ひとつの画素をひとつのインク滴で形成する場合にはその拡大量も大きく、従つて記録紙の紙質や、インクの特性によつて、形成されるドット径が大きく変動して、これ等の条件が変化した時のドット径や輪郭部の変化を押える事はむづかしい。これに対してひとつの画素が複数の小インク滴を集合して作られるから、各インク粒毎のドット拡大量の絶対値はあまり大きくならない。従つて、ドットの輪郭が限定されると共に、記録紙の紙質やインク特性が変化してもひとつの画素の大きさがあまり変化する事はなくて、記録安定化のためには好都合である。

第8図は画素単位に区切つた発熱体50a, 50b, ...をアレー状に配列したうえにランダムあるいは均一に配設した小開口51a, 51b, 51c, ...を形成した開口形成部材52を重ね合わせる事により発

(D)は、(C)の大開口37a, 37b, ...に代えて細長いスリット状の大開口38a, 38bを2本有する流路形成部材36である。

上記(A)(B)(C)あるいは(A)(B)(D)を組合せて複数の記録素子を形成したマルチ素子ヘッドが、同図(E)(F)であり、これらヘッドも、前記実施例と同様流路形成部36と開口形成部材34との間には、小開口35a, 35b, ...にインク液を誘導するための微少なギャップを形成してあることは言うまでもない。

第7図(A)(B)は、1つの記録素子を構成するための小開口を複数の集合体で構成したもので、例えば、1個の発熱抵抗体40cに対し、5つの小開口41c-1, 41c-2, ...41c-5を1組として配設したものである。

このように構成すると、例えば発熱体40cを加熱する事によつて同図(B)に示すように発熱体40cに対応した5つの小開口41c-1, 41c-2, ...から5つの小インク滴42a, 42b, ...が飛翔する。

上記5つの小開口41c-1, 41c-2, ...は分離し

- 16 -

熱体50a, 50b, ...と開口形成部材52の位置関係がずれてもほぼ同一数の小開口が発熱体50a, 50b, ...と対向するから、小開口と発熱体の位置合せを全く無視して記録ヘッドを組立てる事ができる。このように、ひとつの画素内の微少ドットの配列を変化させる事によつて、例えば画素中央部の濃度を高くし周辺部の濃度を下げて記録の粒状感をおさえる等、画質改良に供する事もできる。なお、開口形成部材への小開口の形成や、流路形成部材への大開口の形成はエレクトロフォームングやエッチング加工によつて行われるのが好適である。これ等の加工に於ては加工断面がテーパ状となるのが一般的であつて、テーパを防止するには特別な加工を必要としていた。

第9図(A)(B)は、テーパ状の開口を有した開口形成部材61と流路形成部材63の組合せ状態を示すもので、(A)は発熱体60個に開口径の大きな小開口62を有する開口形成部材61を配設した例を示すもので、(B)は発熱体60個に開口径の小さい小開口62を配設した例を示すものである。前者の場合、小開

口62内のインクは飛行方向に移動する時、ヤム紋り込まれる方向の力を受けるから発生するインク小滴はヤム小さめになる傾向がある。それに対し後者の場合、インク滴は拡がる方向の抵抗が少いから、インク滴はヤム大きめになる傾向がある。たゞしいずれの場合にも小開口内に蓄えられたインクが中心になつてインク小滴を形成するものであるから、飛翔するインク滴の大きさに差程の差はない。

第10図は、流路形成部材70の大開口71内壁及び上面に各種フッ素系樹脂やシリコン樹脂などの表面処理層72を設けたものである。即ち、流路形成部材70は開口形成部材73との間に例えば数10ミクロンの微少ギャップ74を形成し、小開口75へのインク補給路を形成することにある。しかし強度の関係から流路形成部材の板を厚くした場合、大開口71の内壁が高くなり、毛細管現象によりインクがすい上げられ小開口75上面に厚いインク液層が形成されてしまい、インク滴の飛翔力を封める結果となる。このため流路形成部材70に厚い板を

- 19 -

はさみ込んでインク流路を形成する為のスペーサーを示している。

同図(C)は(A)の縦断面で、上記インク室87の上方にインク収納容器89を備え、この収納容器89から適宜インク室87にインクを補給するようにしている。

なお、この発明は上記実施に限定される事なく開口形成部材及び流路形成部材の材質および開口径は任意に選択できる事は云々までもなく、また微少ギャップなどもインク液の濃度に応じて選択できるものである。

〔発明の効果〕

この発明によると、バブルの生長領域を上方にのみ限定することにより、強いインク小滴の飛翔力が得られ、動作の安定した極めて良好な記録ができ、しかもインク目づまりなどの不具合を防止できる組立ても容易なインクジェット記録装置を提供することができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は、この発明の概念を説明するための図、

使用した場合には、大開口71内にインクの付着しない表面処理層72を設けておく事によりインク液層の増大を防止でき、極めて良好なインク滴飛翔力を得ることができる。

第11図(A)(B)(C)は、カートリッジタイプの記録ヘッドの例を示すもので、同図(A)は水平断面図で先端部に通電発熱体81をアレイ状に複数個有するサーマルヘッド80の前面に小開口83を有する開口形成部材82を配設し、微少ギャップ84を介して大開口86を有する流路形成部材85の中心部分を湾曲させて開口部分の直線性を出すようにしている。なお、87はインク室で、ヘッドの各構成要素を内包し、前方の開放部は流路形成部材85で封止し、後方はサーマルヘッド80の後端を突出させて封止している。同図(B)はサーマルヘッド先端部附近の拡大断面説明図であつて、サーマルヘッド80の先端部には通電発熱抵抗体81がアレイ状に配列されている。82は開口形成部材で83はこれに設けた小開口、85は流路形成部材で86は細長いスリット状の大開口、88は開口形成部材82と流路形成部材85の間に

- 20 -

第2図(A)(B)は、この発明の一実施例を説明するための図、第3図乃至第11図は、この発明の他の実施例を説明する図で、第3図(A)(B)(C)(D)は、マルチ素子ヘッドの説明図、第4図は、大開口の変形例、第5図は、発熱体の変形例、第6図(A)(B)(C)(D)(E)(F)はマルチ素子ヘッドの変形例、第7図(A)(B)は、小開口の変形例、第8図は、小開口と発熱体の変形例、第9図(A)(B)は、開口の形状の変形例、第10図は大開口の変形例、第11図(A)(B)(C)は、カートリッジタイプのヘッド例、第12図(A)(B)は従来の説明図である。

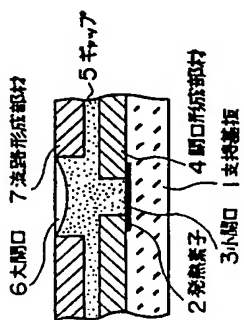
- 1 --- 支持基板
- 2 --- 発熱素子
- 3 --- 小開口
- 4 --- 開口形成部材
- 5 --- ギャップ
- 6 --- 大開口
- 7 --- 流路形成部材

発明者 奥村 光雄 奥村 光雄 奥村 光雄 奥村 光雄

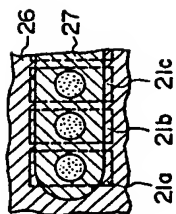
発明者 奥村 光雄 奥村 光雄 奥村 光雄 奥村 光雄



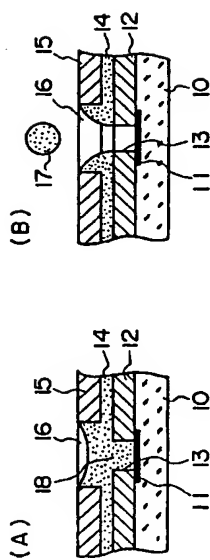
第 1 図



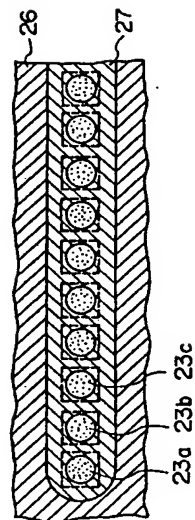
第 5 図



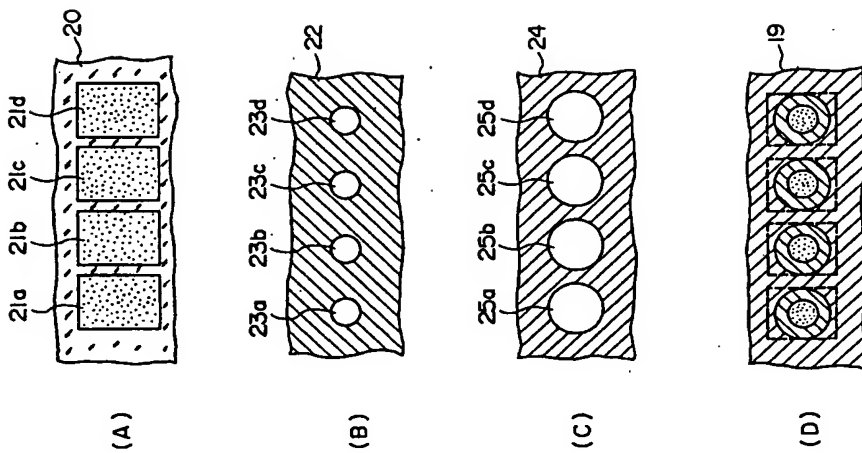
第 2 図



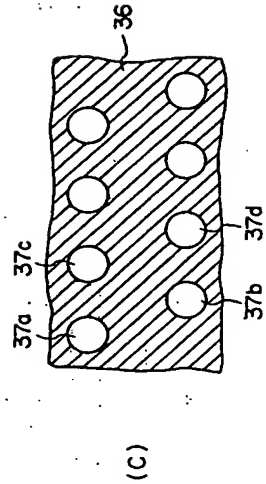
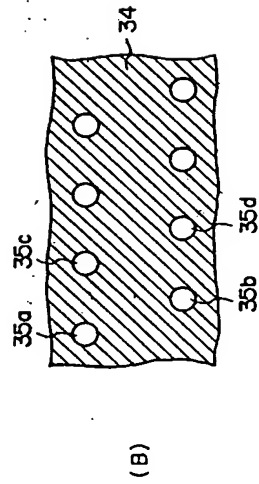
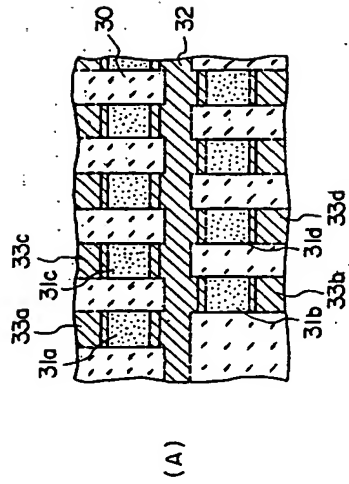
第 4 図



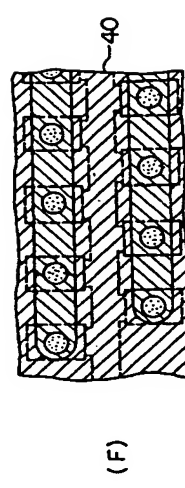
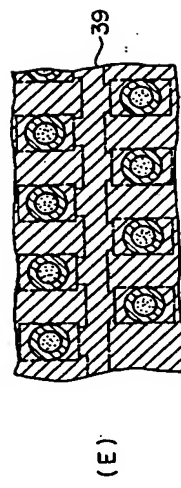
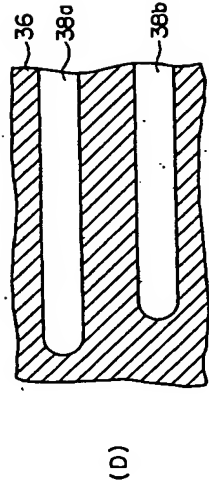
第 3 図



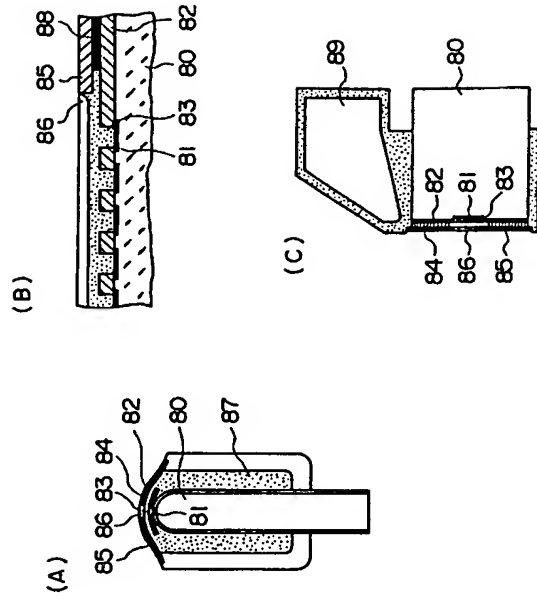
第 6 図



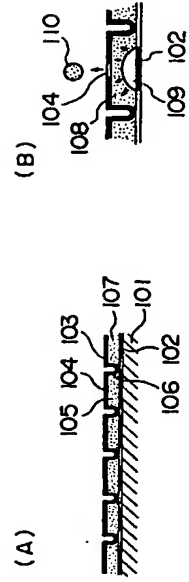
第 6 図



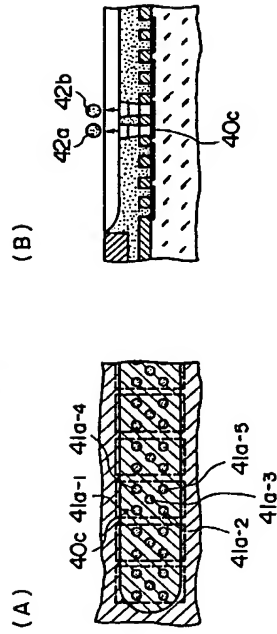
第 11 図



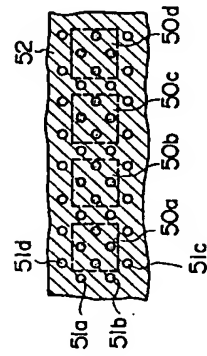
第 12 図



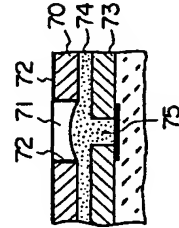
第 7 図



第 8 図



第 10 図



第 9 図

